

## СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЛОПАСТИ (ВАРИАНТЫ)

### *Область применения*

5        Изобретение относится к области машиностроения, в частности к лопастным машинам для нагнетания воздуха, в частности к вентиляторам и воздуходувкам, а также к лопастям различного рода движителей (вертолеты, самолеты и др).

### *Предшествующий уровень техники*

10      Известен способ повышения эффективности работы лопастей, заключающийся в том, лопасти радиально устанавливают вокруг вала ротора и выполняют в виде крыла, при этом осуществляют отсос воздуха в корневой области лопасти (комля), перепуск этого воздуха в зону передней кромки лопасти с последующим его выдувом вдоль верхней поверхности лопасти, (см., патент США №6203269, кл. F 01 D 5/14, 20.03.2001).

Данный способ позволяет уменьшить отрыв потока воздуха на верхней поверхности лопасти за счет увеличения скорости потока воздуха. Однако данный способ мало эффективен, что связано с достаточно большими энергетическими затратами на вдув воздуха вдоль поверхности лопасти.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ повышения эффективности работы лопастей ротора, заключающийся в том, что лопасти радиально устанавливают вокруг вала ротора и выполняют в виде крыла, а на поверхности лопасти со стороны противоположной набегающему потоку воздуха выполняют отсос пограничного слоя через систему

щелевидных отверстий, (см., патент Российской Федерации, № 2002087, кл. F 02 K 3/00, 30.10.1993).

Недостатком данного способа повышения эффективности работы лопастей ротора является то, что такое управление пограничным слоем имеет сложную конструкцию и высокие затраты энергии на отсос потока, что связано с большим сопротивлением магистралей, соединяющих щелевые отверстия с источником низкого давления в лопасти.

### *Раскрытие изобретения*

Задачей, на решение которой направлено настоящее изобретение, является повышение эффективности работы лопасти, в том числе и в составе нагнетателя воздуха или ротора движителя за счет обеспечения безотрывного обтекания лопастей, выполненных в виде крыла с толстым аэродинамическим профилем, и снижения затрат энергии на управление пограничным слоем, путем отсоса пограничного слоя с поверхности лопасти со стороны, противоположной набегающему потоку воздуха.

Указанная задача решается за счет того, что в способе повышения эффективности работы лопасти последнюю выполняют в виде крыла и на поверхности лопасти со стороны, противоположной набегающему потоку воздуха, осуществляют отсос пограничного слоя через систему щелевидных отверстий, при этом лопасть выполняют с толстым аэродинамическим профилем, отсос воздуха осуществляют через систему выполненных вдоль лопасти щелевидных отверстий в выполненные под этими отверстиями вдоль последних каверны с центральным продольным полым телом в каждой из них, образующим в каждой каверне кольцевой канал с формированием в последнем

набегающим потоком воздуха вихреобразного потока, из каверн и из центральных тел осуществляют отсос воздуха через отводные каналы, а из последних воздух выводят за пределы лопасти, причем внутри каверн путем установки перегородок и на внешней поверхности лопасти путем установки ребер ограничивают стекание потока воздуха вдоль каверн и вдоль лопасти.

Воздух из отводных каналов может быть удален за счет центробежных сил и возникающей при этом разницы давлений между комлем и концом лопасти при вращении установленной в радиальном направлении относительно оси вращения лопасти, через выходной канал или отверстие, выполненные в лопасти со стороны ее конца во внешнюю среду.

Воздух из отводных каналов может быть откачен посредством отсасывающего устройства, например вентилятора или эжектора.

Может быть осуществлен вдув воздуха в вихреобразный поток воздуха в кольцевом канале каверн.

Может быть осуществлено регулирование отсоса воздуха путем установки на выходе из каверн и центральных тел или на выходе из отводных каналов регулирующих расход воздуха элементов.

В другом варианте выполнения указанная выше задача решается в способе повышения эффективности работы лопасти, в котором последнюю выполняют в виде крыла и на поверхности лопасти со стороны противоположной набегающему потоку воздуха осуществляют отсос пограничного слоя через систему щелевидных отверстий, при этом лопасть выполняют с толстым аэродинамическим профилем, отсос воздуха осуществляют через систему выполненных вдоль лопасти щелевидных отверстий в выполненные под этими отверстиями вдоль последних каверны с формированием в последних

набегающим потоком воздуха вихреобразного потока, из каверн осуществляют отсос воздуха через отводные каналы, а из последних воздух выводят за пределы лопасти, причем внутри каверн путем установки перегородок и на внешней поверхности лопасти путем 5 установки ребер ограничивают стекание потока воздуха вдоль каверн и вдоль лопасти.

Отсос воздуха из отводного канала может быть осуществлен за счет центробежных сил и возникающей при этом разницы давлений между комлем и концом лопастей при вращении радиально 10 установленных лопастей вокруг вала, через выходной канал или отверстие, выполненные в лопастях со стороны их конца.

Отсос воздуха из отводных каналов может быть осуществлен посредством отсасывающего устройства, например вентилятора или эжектора.

15 Может быть осуществлен вдув воздуха в вихреобразный поток воздуха в каверны.

Может быть осуществлено регулирование отсоса воздуха путем установки на выходе из каверн или отводных каналов регулирующих расход воздуха элементов.

20 Анализ работы лопасти показал, что при обтекании потоком воздуха профиля лопасти на поверхности лопасти со стороны набегающего потока ближе к задней кромке лопасти реализуется течение с положительным градиентом давления, которое препятствует движению воздуха в области пограничного слоя, где скорости 25 относительно малы. Результатом такого воздействия может быть отрыв потока от поверхности в кормовой части лопасти и, как следствие, значительное увеличение аэродинамического сопротивления профиля лопасти при снижении подъемной силы.

## 5

Для улучшения аэродинамических характеристик профиля лопасти может быть повышена скорость воздуха, обтекающего поверхность лопасти со стороны набегающего потока. Одним из способов ускорения воздушного потока, обтекающего эту поверхность 5 крыла, является отсос пограничного слоя, что позволяет потоку преодолевать без отрыва положительные градиенты давления на криволинейной верхней ( в случае для несущего винта вертолета) поверхности лопасти.

Выполнение лопастей с описанной выше системой каверн, в том 10 числе и с центральными телами, и отводных каналов позволяет значительно снизить затраты энергии на отсос пограничного слоя и, как следствие, улучшить аэродинамические характеристики лопастей с увеличением создаваемой лопастью подъемной силы. Дополнительные возможности по снижению затрат энергии достигаются за счет 15 ограничения продольного перетекания откачиваемого воздуха вдоль каверн и воздушного потока вдоль наружной поверхности лопастей. Возможны два варианта создания низкого давления в отводных каналах. Экономически целесообразно использование центробежной силы, которая действует на отсасываемый воздух в отводных каналах, 20 создавая условия для его отсоса из каверн и центральных тел. Если центробежной силы недостаточно, то может быть целесообразно принудительно отсасывать воздух из отводных каналов, например с помощью вентилятора, эжектора или какого либо другого отсасывающего устройства.

6

На фиг. 2 изображено поперечное сечение каверны с центральным телом и схемой воздушных потоков.

На фиг. 3 изображен вид лопасти со стороны щелевидных отверстий с ребрами, ограничивающими стекание потока воздуха вдоль лопасти.

На фиг. 4 изображено поперечное сечение лопасти по второму варианту ее выполнения.

#### *Лучший вариант осуществления изобретения*

При реализации способа работы лопасти 1 (или лопатки, что в 10 данном случае одно и тоже) радиально устанавливают вокруг вала 2 ротора 3. Лопасть 1 выполнена в виде крыла с толстым аэродинамическим профилем и на поверхности лопасти 1 со стороны противоположной набегающему потоку воздуха выполнена вихревая система управления пограничным слоем, состоящая из выполненных 15 вдоль лопасти щелевидных отверстий 4. Под этими отверстиями 4 вдоль последних выполнены каверны 5 с центральным продольным полым телом 6 (или без него в зависимости от варианта выполнения лопасти) в каждой из них, образующим в каждой каверне кольцевой канал 7 с формированием в последнем набегающим потоком воздуха 20 вихреобразного потока. Отвод отсасываемой среды из каверн 5 и центральных тел 6 осуществляют посредством отводных каналов 8, которые могут быть соединены на выходе с внешней средой или отсасывающим устройством. Внутри каверн 5 установлены перегородки (не показаны), разделяющие каверну 5 на несколько 25 участков. На внешней поверхности лопасти 1 установлены вдоль набегающего потока ребра 9 (см. фиг.3).

Отводные каналы 8 могут быть соединены с отсасывающим устройством, например вентилятором или эжектором (не показано на чертежах) или внешней средой со стороны конца 10 лопасти 1 или ее комля 11 (см. фиг.3).

На выходе отводных каналов 8 или на выходе из каверн 5 и центральных тел 6 могут быть установлены регулирующие расход воздуха элементы (не показаны на чертеже).

В процессе работы лопасти 1, радиально установленные вокруг вала 2, приводятся во вращение. На поверхности лопасти со стороны, 10 противоположной набегающему потоку воздуха стороне лопастей 1, ближе к их выходной кромке выполняют отсос пограничного слоя через систему щелевидных отверстий 4 в выполненные под этими отверстиями 4 вдоль последних каверны 5 с центральным продольным полым телом 6 (без центральных тел для второго варианта 15 выполнения, см. фиг. 4 ) в каждой из них. В результате набегающим потоком воздуха в каждой каверне 5 или в ее кольцевом канале 7 формируется вихреобразный поток. Из каверн 5 и из центральных тел 6 осуществляют отсос воздуха через отводные каналы 8, из которых воздух отсасывают и выводят за пределы лопастей 1. Внутри каверн 5 путем установки перегородок с заданным шагом и на внешней 20 поверхности лопастей 1 путем установки ребер 9 с заданным шагом ограничивают стекание потока воздуха вдоль каверн 5 и вдоль наружной поверхности лопастей 1.

При необходимости интенсификации работы может быть 25 осуществлен вдув воздуха в вихреобразный поток воздуха каверны 5.

Возможно осуществление регулирования режима отсоса пограничного слоя путем установки на выходе из отводных каналов 8

или из каверн 5 и центральных тел 6 регулирующих расход воздуха элементов.

### *Промышленная применимость*

Исследования аэродинамических характеристик вращающихся 5 лопастей 1 ротора показали, что:

- в значительной степени увеличивается величина коэффициента подъемной силы.
- положительное значение коэффициента подъемной силы сохраняется при больших отрицательных углах атаки.

10 Конструктивное создание лопастей 1 ротора с описанной системой управления пограничным слоем обуславливает возможность использования толстого аэродинамического профиля.

*Формула изобретения*

1. Способ повышения эффективности работы лопасти, заключающийся в том, лопасть выполняют в виде крыла и на поверхности лопасти со стороны противоположной набегающему потоку воздуха осуществляют отсос пограничного слоя через систему щелевидных отверстий, отличающейся тем, что лопасть выполняют с толстым аэродинамическим профилем, при этом отсос воздуха осуществляют через систему выполненных вдоль лопасти щелевидных отверстий в выполненные под этими отверстиями вдоль последних каверны с центральным продольным полым телом в каждой из них, образующим в каждой каверне кольцевой канал с формированием в последнем набегающим потоком воздуха вихреобразного потока, из каверн и из центральных тел осуществляют отсос воздуха через отводные каналы, а из последних воздух выводят за пределы лопасти, причем внутри каверн путем установки перегородок и на внешней 15 поверхности лопасти путем установки ребер ограничивают стекание потока воздуха вдоль каверн и вдоль лопасти.

2. Способ повышения эффективности работы лопасти по п.1, воздух из отводных каналов отсасывают посредством отсасывающего устройства, например вентилятора или эжектора.

3. Способ повышения эффективности работы лопасти по п.1, отличающейся тем, что осуществляют вдув воздуха в вихреобразный поток воздуха в каверны.

4. Способ повышения эффективности работы лопасти по п.1, отличающейся тем, что отсос воздуха регулируют путем установки на выходе из каверн и центральных тел или на выходе из отводных каналов регулирующих расход воздуха элементов.

10

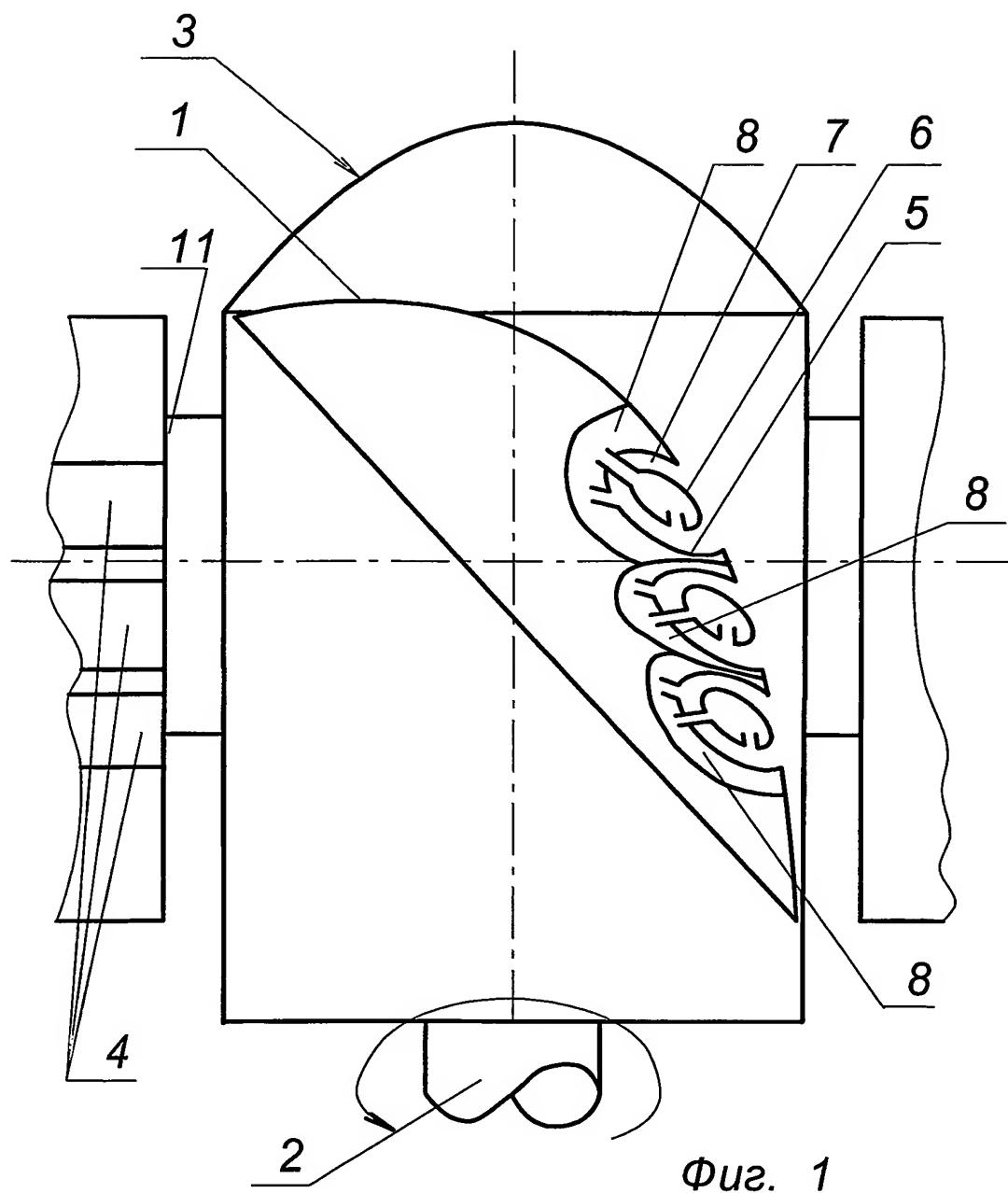
5. Способ повышения эффективности работы лопасти, заключающийся в том, лопасть выполняют в виде крыла и на поверхности лопасти со стороны противоположной набегающему потоку воздуха осуществляют отсос пограничного слоя через систему 5 щелевидных отверстий, отличающейся тем, что лопасть выполняют с толстым аэродинамическим профилем, при этом отсос воздуха осуществляют через систему выполненных вдоль лопасти щелевидных отверстий в выполненные под этими отверстиями вдоль последних каверны с формированием в последних набегающим потоком воздуха 10 вихреобразного потока, из каверн осуществляют отсос воздуха через отводные каналы, а из последних воздух выводят за пределы лопасти, причем внутри каверн путем установки перегородок и на внешней поверхности лопасти путем установки ребер ограничивают стекание потока воздуха вдоль каверн и вдоль лопасти.

15 6. Способ повышения эффективности работы лопасти по п.5, отличающейся тем, что воздух из отводных каналов отсасывают посредством отсасывающего устройства, например вентилятора или эжектора.

7. Способ повышения эффективности работы лопасти по п.5, 20 отличающейся тем, что осуществляют вдув воздуха в вихреобразный поток воздуха в кавернах.

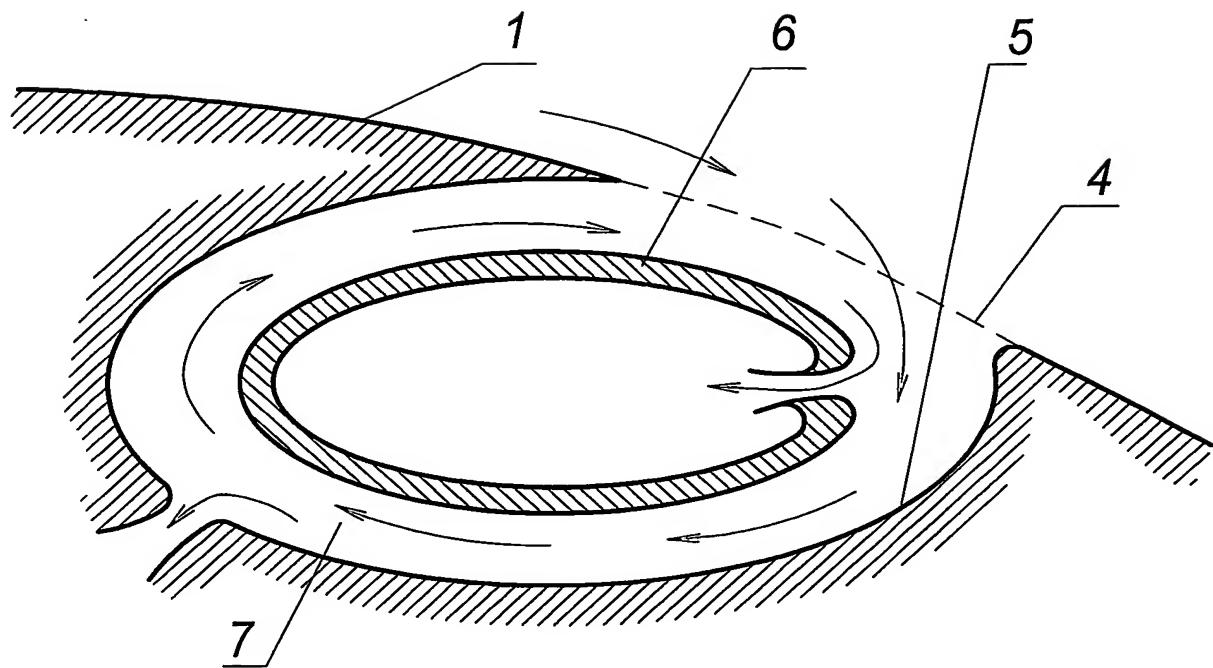
8. Способ повышения эффективности работы лопасти по п.5, отличающейся тем, что отсос воздуха регулируют путем установки на выходе из каверн или на выходе из отводных каналов регулирующих 25 расход воздуха элементов.

1/4



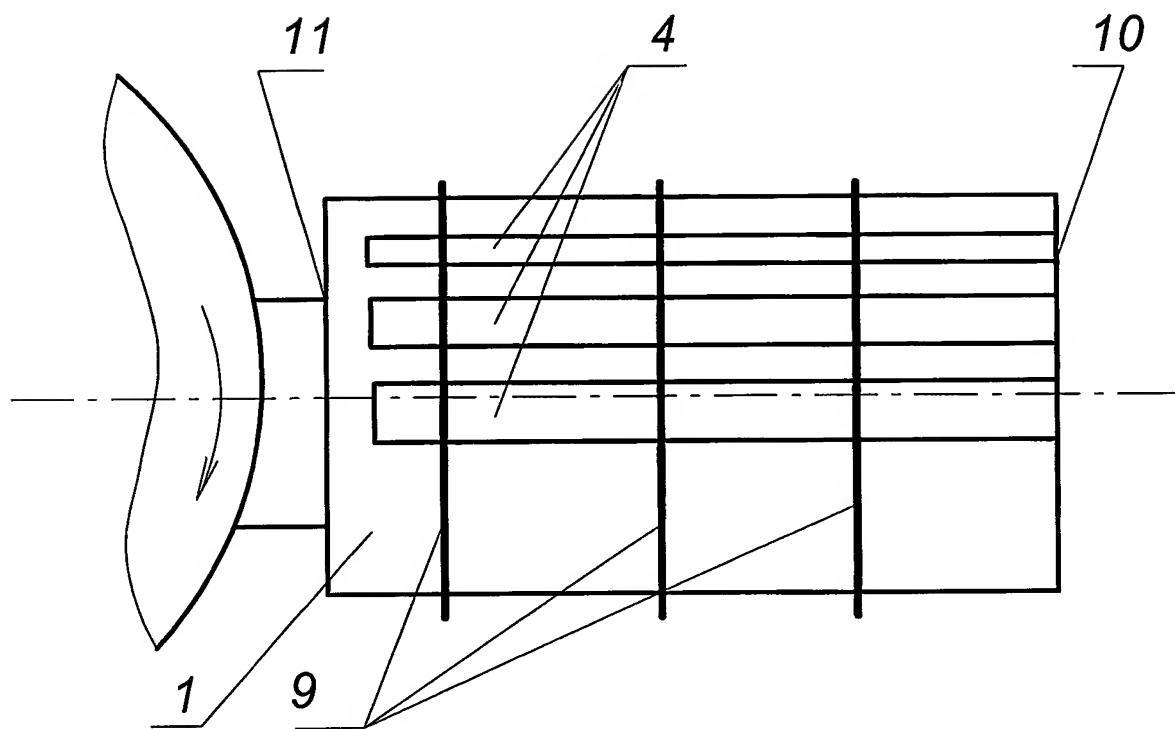
Фиг. 1

2/4



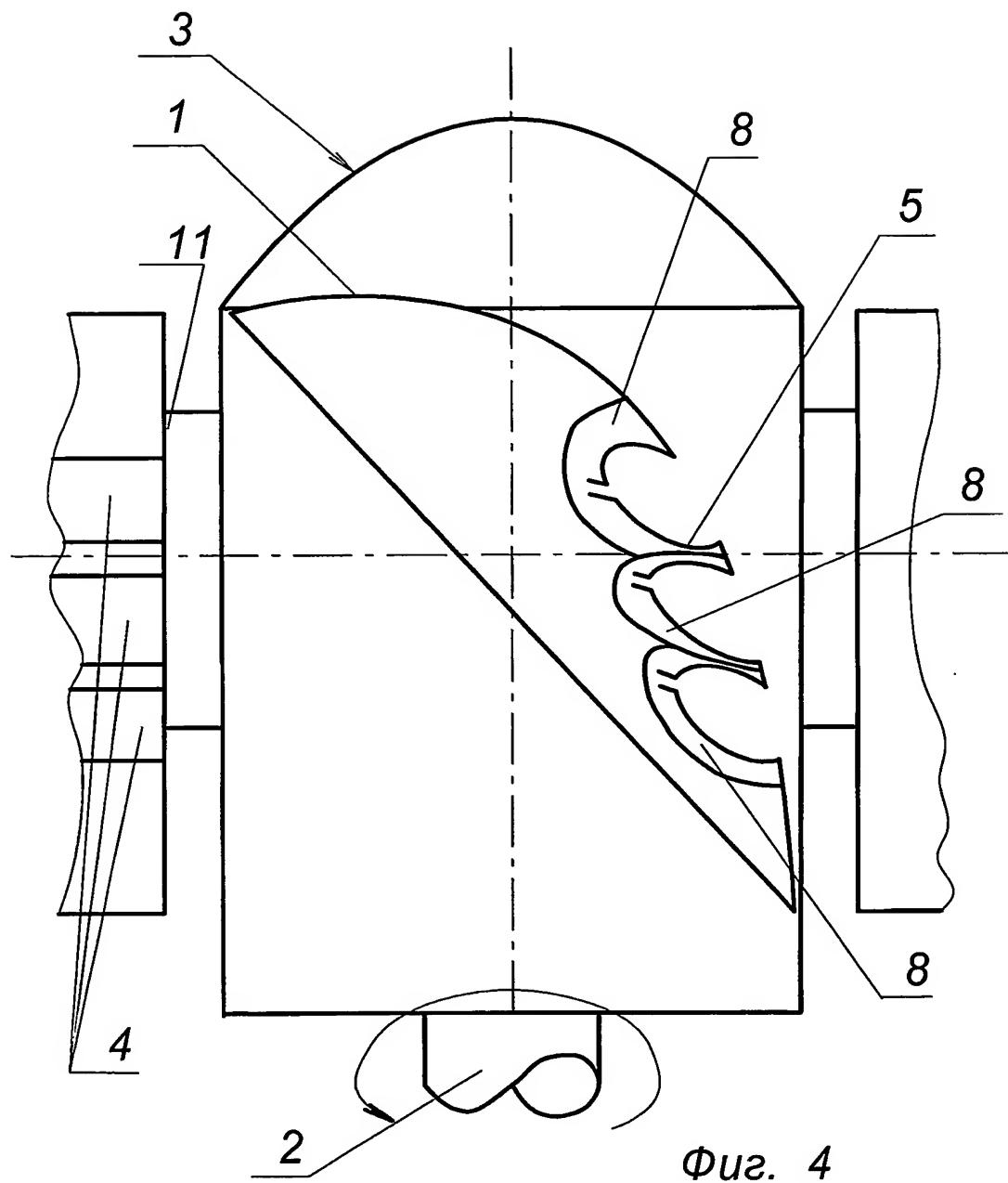
Фиг. 2

3/4



Фиг.3

4/4



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/RU 2004/000047

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

F04D 29/68, 29/30, 29/38, B64C 21/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04D 29/00, 29/18-29/38, B64C 21/00-21/10, B60V 1/00, F01D 5/00, 5/12-5/20, F02K 3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RU 2002087 C1 (SPIVAK VLADIMIR ALEXANDROVICH) 30.10.1993	1-8
A	RU 2032595 C1 (FISCHENKO S.V. et al) 10.04.1995	1-8
A	SU 1460433 A2 (SVERDLOVSKY GORNY INSTITUT) 23.02.1989	1-8
A	US 6203269 B1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 20.03.2001	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 July 2004 (14.07.2004)

Date of mailing of the international search report

26 August 2004 (26.08.2004)

Name and mailing address of the ISA/

RU

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

# ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №  
PCT/RU 2004/000047

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:		
Согласно международной патентной классификации (МПК-7) F04D 29/68, 29/30, 29/38, B64C 21/06		
В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:		
Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-7: F04D 29/00, 29/18-29/38, B64C 21/00-21/10, B60V 1/00, F01D 5/00, 5/12-5/20, F02K 3/00		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:		
Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, поисковые термины):		
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2002087 C1 (СПИВАК ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ) 30.10.1993	1-8
A	RU 2032595 C1 (ФИЩЕНКО С.В. и др.) 10.04.1995	1-8
A	SU 1460433 A2 (СВЕРДЛОВСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ) 23.02.1989	1-8
A	US 6203269 B1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 20.03.2001	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы С.		<input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении
<p>* Особые категории ссылочных документов:</p> <p>А документ, определяющий общий уровень техники</p> <p>Е более ранний документ или патент, но опубликованный на дату международной подачи или после нее</p> <p>О документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.</p> <p>Р документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета и т.д.</p>		<p>Т более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения</p> <p>Х документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень</p> <p>У документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории</p> <p>&amp; документ, являющийся патентом-аналогом</p>
Дата действительного завершения международного поиска: 14 июля 2004 (14.07.2004)		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске: 26 августа 2004 (26.08.2004)
Наименование и адрес Международного поискового органа Федеральный институт промышленной собственности РФ, 123995, Москва, Г-59, ГСП-5, Бережковская наб., 30, 1. Факс: 243-3337, телеграф: 114818 ПОДАЧА		Уполномоченное лицо:  Л. Анисимова  Телефон № 240-25-91